

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7318806号  
(P7318806)

(45)発行日 令和5年8月1日(2023.8.1)

(24)登録日 令和5年7月24日(2023.7.24)

(51)国際特許分類 F I  
H 0 4 B 7/155(2006.01) H 0 4 B 7/155

請求項の数 5 (全15頁)

(21)出願番号	特願2022-512947(P2022-512947)	(73)特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(86)(22)出願日	令和2年3月30日(2020.3.30)	(74)代理人	110003199 弁理士法人高田・高橋国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/014705	(72)発明者	原田 耕一 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
(87)国際公開番号	WO2021/199218	(72)発明者	嶋 正樹 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
(87)国際公開日	令和3年10月7日(2021.10.7)	(72)発明者	柴山 大樹 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
審査請求日	令和4年6月16日(2022.6.16)	(72)発明者	山下 史洋

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 衛星通信システムにおけるアンテナ方向調整方法、可搬局装置およびアンテナ方向調整プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

可搬局装置を備える衛星通信システムにおけるアンテナ方向調整方法であって、前記可搬局装置は、  
基地局装置に相当する親局装置として運用するため制御信号に同期することなしに目的の通信衛星を捕捉するため、目的の通信衛星と周辺の他の複数の通信衛星の経度とピーコン信号とに関する衛星情報を保持し、

前記衛星情報から取得する目的の通信衛星の経度と、自装置の設置場所とに基づいて、目的の通信衛星に対するアンテナ方向を算出し、算出したアンテナ方向に自装置のアンテナ方向を粗調整する粗調整処理と、

衛星から受信するピーコン信号の周波数が予め決められた目的の通信衛星の周波数である場合に、粗調整したアンテナの方位角を基準方向として方位角を増減しながらピーコン信号の測定を行い、目的の通信衛星と周辺の他の通信衛星とに関し、測定結果と、前記衛星情報とを比較し、目的の通信衛星及び各方位角に対応する経度の他の通信衛星のピーコン信号の測定結果における相対位置が前記衛星情報に保持された目的の通信衛星及び当該経度の他の通信衛星のピーコン信号に関する情報における相対位置に合致する場合に、アンテナの方位角を前記基準方向に合わせて、受信するピーコン信号の受信レベルが最大になるように、アンテナ方向を微調整する微調整処理と

を実行することを特徴とするアンテナ方向調整方法。

【請求項2】

請求項 1 に記載のアンテナ方向調整方法において、

前記ビーコン信号に関する情報は、ビーコン信号の正対方向の偏波の周波数と逆方向の偏波の周波数であり、

前記粗調整処理および前記微調整処理で算出するアンテナ方向、粗調整および微調整は、目的の通信衛星に対するアンテナの方位角、仰角および偏波角であり、

前記微調整処理では、各方位角に対応する経度の他の通信衛星のビーコン信号の偏波および周波数が前記衛星情報に保持された当該経度の他の通信衛星のビーコン信号の偏波および周波数に合致する場合に、アンテナの方位角を前記基準方向に合わせて、受信するビーコン信号の受信レベルが最大になるように、方位角、仰角および偏波角をそれぞれ微調整する

ことを特徴とするアンテナ方向調整方法。

#### 【請求項 3】

衛星通信システムで用いる可搬局装置において、基地局装置に相当する親局装置として運用するため制御信号に同期することなしに目的の通信衛星を捕捉するため、目的の通信衛星と周辺の他の複数の通信衛星の経度とビーコン信号とに関する衛星情報を保持する記憶部と、

通信衛星からビーコン信号を受信して、偏波毎の周波数を測定する測定部と、

前記衛星情報から取得する目的の通信衛星の経度と、自装置の設置場所とに基づいて、目的の通信衛星に対するアンテナ方向を算出し、アンテナ方向の駆動部を制御して算出したアンテナ方向に自装置のアンテナ方向を粗調整する粗調整処理と、前記測定部が測定したビーコン信号の偏波毎の周波数が予め決められた目的の通信衛星の周波数である場合に、粗調整したアンテナの方位角を基準方向として方位角を増減しながら前記測定を実施し、目的の通信衛星と周辺の他の通信衛星とに関し、測定結果と、前記衛星情報とを比較し、目的の通信衛星及び各方位角に対応する経度の他の通信衛星のビーコン信号の測定結果における相対位置が前記衛星情報に保持された目的の通信衛星及び当該経度の他の通信衛星のビーコン信号に関する情報における相対位置に合致する場合に、アンテナの方位角を前記基準方向に合わせて、受信するビーコン信号の受信レベルが最大になるように、アンテナ方向を微調整する微調整処理と、を実行する制御部と

を有することを特徴とする可搬局装置。

#### 【請求項 4】

請求項 3 に記載の可搬局装置において、

前記ビーコン信号に関する情報は、ビーコン信号の正対方向の偏波の周波数と逆方向の偏波の周波数であり、

前記粗調整処理および前記微調整処理で算出するアンテナ方向、粗調整および微調整は、目的の通信衛星に対するアンテナの方位角、仰角および偏波角であり、

前記微調整処理では、各方位角に対応する経度の他の通信衛星のビーコン信号の偏波および周波数が前記衛星情報に保持された当該経度の他の通信衛星のビーコン信号の偏波および周波数に合致する場合に、アンテナの方位角を前記基準方向に合わせて、受信するビーコン信号の受信レベルが最大になるように、方位角、仰角および偏波角をそれぞれ微調整する

ことを特徴とする可搬局装置。

#### 【請求項 5】

請求項 1 または 2 に記載のアンテナ方向調整方法で行う処理をコンピュータに実行させることを特徴とするアンテナ方向調整プログラム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、広域大規模災害などにより衛星通信事業者と連絡不能時の衛星通信システムにおいて、可搬型の地球局装置が通信衛星に初期接続する際のアンテナ方向を調整する技術に関する。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

可搬型の地球局装置を備える衛星通信システムとして、V S A T (Very Small Aperture Terminal) システムが知られている。V S A T システムは、超小型の開口型アンテナを備える可搬型の小型のV S A T 地球局装置を用い、通信衛星が捕捉可能な場所から通信できるため、災害時の通信確保等に活用されている。しかし、可搬型の地球局装置(可搬局装置と称する)を設置する場合、運用開始時に、目的の通信衛星に対するアンテナ方向の調整を行う必要がある。アンテナ方向の調整は、例えば、G P S (Global Positioning System) などから取得した自装置の緯度経度と目的の通信衛星の情報(経度)とに基づいて計算で求めたアンテナ方向に調整した後、通信衛星から送信されるビーコン信号が最大レベルとなるようにアンテナの方位角、仰角および偏波角の3方向で調整される(例えば、特許文献1参照)。そして、アンテナ方向の調整後に、可搬局装置は、基地局装置の送信する制御信号を受信して同期を確認し、最終的に目的の通信衛星であることを特定して、運用開始時の処理を終了する。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【文献】特許第5592983号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

20

## 【0004】

ところが、広域大規模災害などにより基地局装置からの制御信号を利用できない場合に、通信衛星のビーコン信号のみでアンテナ方向の調整を行うと、複数の通信衛星においてビーコン周波数が重複している場合に、目的の通信衛星であるか否かを特定できず、同一のビーコン信号を送信する他の通信衛星を誤って捕捉する可能性がある。このため、広域大規模災害などでビーコン信号のみでアンテナ方向の調整を行う場合、ビーコン周波数が重複している複数の通信衛星があっても、正確にアンテナ方向を調整して目的の通信衛星を捕捉する方法が必要である。

## 【0005】

本発明は、ビーコン信号を基にしたアンテナ方向の調整において、広域大規模災害などにより基地局装置の制御信号が利用できない場合でも、ビーコン信号のみで正確にアンテナ方向を調整することができる衛星通信システムにおけるアンテナ方向調整方法、可搬局装置およびアンテナ方向調整プログラムを提供することを目的とする。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明は、可搬局装置を備える衛星通信システムにおけるアンテナ方向調整方法であって、前記可搬局装置は、基地局装置に相当する親局装置として運用するため制御信号に同期することなしに目的の通信衛星を捕捉するため、目的の通信衛星と周辺の他の複数の通信衛星の経度とビーコン信号とに関する衛星情報を保持し、前記衛星情報から取得する目的の通信衛星の経度と、自装置の設置場所とに基づいて、目的の通信衛星に対するアンテナ方向を算出し、算出したアンテナ方向に自装置のアンテナ方向を粗調整する粗調整処理と、衛星から受信するビーコン信号の周波数が予め決められた目的の通信衛星の周波数である場合に、粗調整したアンテナの方位角を基準方向として方位角を増減しながらビーコン信号の測定を行い、目的の通信衛星と周辺の他の通信衛星とに関し、測定結果と、前記衛星情報とを比較し、目的の通信衛星及び各方位角に対応する経度の他の通信衛星のビーコン信号の測定結果における相対位置が前記衛星情報に保持された目的の通信衛星及び当該経度の他の通信衛星のビーコン信号に関する情報における相対位置に合致する場合に、アンテナの方位角を前記基準方向に合わせて、受信するビーコン信号の受信レベルが最大になるように、アンテナ方向を微調整する微調整処理とを実行することを特徴とする。

40

## 【0007】

50

また、本発明は、衛星通信システムで用いる可搬局装置において、基地局装置に相当する親局装置として運用するため制御信号に同期することなしに目的の通信衛星を捕捉するため、目的の通信衛星と周辺の他の複数の通信衛星の経度とビーコン信号とに関する衛星情報を保持する記憶部と、通信衛星からビーコン信号を受信して、偏波毎の周波数を測定する測定部と、前記衛星情報から取得する目的の通信衛星の経度と、自装置の設置場所とに基づいて、目的の通信衛星に対するアンテナ方向を算出し、アンテナ方向の駆動部を制御して算出したアンテナ方向に自装置のアンテナ方向を粗調整する粗調整処理と、前記測定部が測定したビーコン信号の偏波毎の周波数が予め決められた目的の通信衛星の周波数である場合に、粗調整したアンテナの方位角を基準方向として方位角を増減しながら前記測定を実施し、目的の通信衛星と周辺の他の通信衛星とに関し、測定結果と、前記衛星情報とを比較し、目的の通信衛星及び各方位角に対応する経度の他の通信衛星のビーコン信号の測定結果における相対位置が前記衛星情報に保持された目的の通信衛星及び当該経度の他の通信衛星のビーコン信号に関する情報における相対位置に合致する場合に、アンテナの方位角を前記基準方向に合わせて、受信するビーコン信号の受信レベルが最大になるように、アンテナ方向を微調整する微調整処理と、を実行する制御部とを有することを特徴とする。

10

## 【0008】

また、本発明のアンテナ方向調整プログラムは、前記アンテナ方向調整方法で実行する処理をコンピュータに実行させることを特徴とする。

## 【発明の効果】

20

## 【0009】

本発明に係る衛星通信システムにおけるアンテナ方向調整方法、可搬局装置およびアンテナ方向調整プログラムは、ビーコン信号を基にしたアンテナ方向の調整において、広域大規模災害などにより基地局装置の制御信号が利用できない場合でも、ビーコン信号のみで正確にアンテナ方向を調整することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0010】

【図1】本実施形態に係る衛星通信システムの一例を示す図である。

【図2】通常の衛星通信システムの一例を示す図である。

【図3】複数の通信衛星の配置例を示す図である。

30

【図4】衛星情報テーブルの一例を示す図である。

【図5】可搬局装置（親局装置）の構成例を示す図である。

【図6】可搬局装置（子局装置）の構成例を示す図である。

【図7】アンテナ方向の粗調整処理の一例を示す図である。

【図8】アンテナ方向の微調整処理の一例を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0011】

以下、図面を参照して本発明に係る衛星通信システムにおけるアンテナ方向調整方法、可搬局装置およびアンテナ方向調整プログラムの実施形態について説明する。

## 【0012】

40

図1は、本実施形態に係る衛星通信システム100の一例を示す。ここで、本実施形態では、例えば、次のような衛星通信システム100を想定する。可搬局装置101は、通常のV S A Tシステムの制御局装置および基地局装置に相当する親局装置として機能し、可搬局装置102は、通常のV S A TシステムのV S A T地球局装置に相当する子局装置である。そして、親局装置の可搬局装置101と子局装置の可搬局装置102は、P - P通信、またはP - M P通信によるプライベートネットワークを構築し、制御局装置などによるオペレーションシステムを持たない構成の衛星通信システム100である。例えば図1の衛星通信システム100では、子局装置（可搬局装置102）は、通信衛星103を介して親局装置（可搬局装置101）から送信される制御信号に同期して親局装置と通信を行う。なお、可搬局装置102と同様の子局装置が複数ある場合でも同様に親局装置の

50

制御により通信を行うことができる。

【 0 0 1 3 】

図 1 において、衛星通信システム 1 0 0 は、複数の可搬型の地球局装置（図 1 では、可搬局装置 1 0 1 と可搬局装置 1 0 2）を備え、通信衛星 1 0 3 が捕捉可能な場所であれば使用できるため、災害時の通信確保等に有効である。しかし、広域大規模災害などにより基地局装置との間で制御信号の送受信を行えない場合、運用開始時の目的の通信衛星 1 0 3 に対するアンテナ方向の調整をビーコン信号のみで行う必要がある。

【 0 0 1 4 】

図 2 は、通常の衛星通信システム 8 0 0 の一例を示す。図 2 において、衛星通信システム 8 0 0 は、可搬局装置 8 0 1、基地局装置 8 0 2 および通信衛星 8 0 3 を備え、基地局装置 8 0 2 から常に制御信号（C S C O 信号）が送信されており、可搬局装置 8 0 1 は、通信衛星 8 0 3 のビーコン信号でアンテナ方向を調整した後、基地局装置 8 0 2 の C S C O 信号を受信して基地局装置 8 0 2 との間で同期を確立することにより、目的の通信衛星 8 0 3 とアンテナ方向の最終確認を行うことができる。

10

【 0 0 1 5 】

これに対して、図 1 に示す本実施形態に係る衛星通信システム 1 0 0 では、広域大規模災害などにより基地局装置との間で制御信号の送受信を行えない場合でも、複数の可搬局装置の 1 つの可搬局装置自身（図 1 では可搬局装置 1 0 1）が親局装置として基地局装置や制御局装置の動作を行い、子局装置として動作する可搬局装置 1 0 2 との間で制御信号を送受信して同期を確立し、親局装置と子局装置との間で通信信号を送受信することができる。

20

【 0 0 1 6 】

図 1 において、広域大規模災害などで親局装置として動作する可搬局装置 1 0 1 は、運用時に、通信衛星 1 0 3 から送信される予め決められた周波数のビーコン信号を受信して、アンテナ方向の調整を行う。しかし、複数の通信衛星においてビーコン周波数が重複している場合に、通信衛星を特定できないという問題が生じるため、複数の通信衛星の経度とビーコン信号とに関する衛星情報を予め保持しておき、その情報から取得する目的の通信衛星の経度と、自装置の設置場所とに基づいて、目的の通信衛星に対するアンテナ方向を算出し、自装置のアンテナ方向を粗調整する。そして、測定したビーコン信号の周波数が目的の通信衛星の周波数である場合に、粗調整したアンテナの方位角を基準方向として方位角を増減しながら複数の通信衛星のビーコン信号の周波数を測定する。そして、各方位角に対応する経度の他の通信衛星のビーコン信号の測定結果が衛星情報に保持された当該経度の他の通信衛星のビーコン信号に関する情報に合致する場合に、基準方向が目的の通信衛星 1 0 3 に対するアンテナの方位角であると判断する。そして、アンテナ方向を当該基準方向に合わせて、受信するビーコン信号の受信レベルが最大になるように、アンテナ方向を微調整する。ここで、ビーコン信号は、予め決められた周波数の C W（Continuous Wave）信号である。

30

【 0 0 1 7 】

このようにして、本実施形態に係る衛星通信システム 1 0 0 は、広域大規模災害などにより基地局装置の制御信号が利用できない場合であっても、また複数の通信衛星においてビーコン周波数が重複している場合であっても、ビーコン信号のみで正確にアンテナ方向を調整することができる。なお、子局装置として動作する可搬局装置 1 0 2 は、図 2 で説明した通常の可搬局装置 8 0 1 と同様に、基地局装置 8 0 2 の代わりに親局装置の可搬局装置 1 0 1 が送信する制御信号（C S C O 信号）を受信し、可搬局装置 1 0 1 との間で同期を確立することで目的の通信衛星 1 0 3 とアンテナ方向の最終確認を行うことができる。

40

【 0 0 1 8 】

図 3 は、複数の通信衛星の配置例を示す。図 3 の例では、日本の地上に可搬局装置 1 0 1 が設置され、捕捉対象の目的の通信衛星 1 0 3 を含む複数の通信衛星 1 1 3（1）から通信衛星 1 1 3（7）の 8 つの通信衛星が異なる東経方向で南方角上空に位置している。なお、各通信衛星は、静止衛星であるものとする。

50

## 【 0 0 1 9 】

例えば図3において、通信衛星113(1)は東経A度の方向にあり、V偏波の周波数はA Hz、H偏波の周波数はD Hzである。同様に、通信衛星113(2)は東経B度の方向にあり、V偏波の周波数はB Hz、H偏波の周波数はC Hzである。通信衛星113(3)は東経C度の方向にあり、V偏波の周波数はC Hz、H偏波の周波数はA Hzである。捕捉対象の目的の通信衛星103は東経D度の方向にあり、V偏波の周波数はA Hz、H偏波の周波数はB Hzである。通信衛星113(4)は東経E度の方向にあり、V偏波の周波数はD Hz、H偏波の周波数はC Hzである。通信衛星113(5)は東経F度の方向にあり、V偏波の周波数はB Hz、H偏波の周波数はA Hzである。通信衛星113(6)は東経G度の方向にあり、V偏波の周波数はC Hz、H偏波の周波数はD Hzである。通信衛星113(7)は東経H度の方向にあり、V偏波の周波数はD Hz、H偏波の周波数はA Hzである。

10

## 【 0 0 2 0 】

ここで、可搬局装置101の目的の通信衛星が東経D度の通信衛星103である場合、可搬局装置101は、受信するビーコン信号のV偏波の周波数がA HzおよびH偏波の周波数がB Hzであれば、目的の通信衛星の方向にアンテナが向いていると判断できる。ところが、同一の周波数のビーコン信号の通信衛星が複数個ある場合、誤認する可能性がある。

## 【 0 0 2 1 】

そこで、本実施形態に係る衛星通信システム100では、目的の通信衛星103の周辺の他の複数の通信衛星の方向(東経)と、V偏波およびH偏波のビーコン信号の周波数の情報を衛星情報として予め保持して置き、目的の通信衛星103を含む周辺の通信衛星113(1)から113(7)のビーコン信号の各偏波の周波数を測定し、目的の通信衛星103を基準位置として周辺の通信衛星113との相対位置が衛星情報と合致するか否かにより、目的の通信衛星103であることを確認する。これにより、周波数が重複する複数の通信衛星が有る場合でも、正確に目的の通信衛星103にアンテナの方向を向けることができる。

20

## 【 0 0 2 2 】

図4は、衛星情報テーブル151の一例を示す。衛星情報テーブル151には、図3で説明した複数の通信衛星の衛星情報が予め登録されている。なお、図3に示した複数の通信衛星と図4に示した複数の通信衛星は、必ずしも対応していない。

30

## 【 0 0 2 3 】

図4において、衛星情報テーブル151には、各衛星について、東経(度)、ビーコン信号のH偏波の周波数(Hz)およびV偏波の周波数(Hz)が記載されている。ここで、図4の例では、列方向が東経を示し、東経X度の方向を目的の通信衛星103の方向(基準方向)として、2度ずつ減少する方向に、X-2、X-4、X-6、X-8の4つと、2度ずつ増加する方向に、X+2、X+4、X+6、X+8の4つの合計9つの方向のテーブルが示されている。また、行方向はH偏波の周波数(Hz)とV偏波の周波数(Hz)とを示している。図4では、東経(X-8、X-6、X、X+4、X+8)度の5つの方向にそれぞれ通信衛星がある場合の例を示している。例えば、東経X度の方向に目的の通信衛星103がある場合、衛星情報テーブル151から目的の通信衛星103のH偏波の周波数はA Hz、V偏波の周波数はB Hz、であることがわかる。

40

## 【 0 0 2 4 】

このように、本実施形態に係る衛星通信システム100は、目的の通信衛星103の周辺の軌道の他の複数の通信衛星113の軌道とそれぞれのV偏波およびH偏波のビーコン信号の周波数とを測定し、測定結果と衛星情報テーブル151の情報とを比較して目的の通信衛星103と周辺の通信衛星113との相対位置が正しいか否かにより、捕捉対象の目的の通信衛星103を確認することができる。

## 【 0 0 2 5 】

図5は、可搬局装置101(親局装置)の構成例を示す。可搬局装置101は、アンテナ

50

ナ ( A N T ) 2 0 0、偏分波器 ( O M T ( V / H ) ) 2 0 1、送受分波器 ( T X / R X ) 2 0 2、送信機 ( B U C ) 2 0 3、低雑音増幅器 ( L N B - V ) 2 0 4、低雑音増幅器 ( L N B - H ) 2 0 5、分配器 ( D I V ) 2 0 6、変復調装置 ( M O D E M ) 2 0 7、アンテナ駆動部 2 0 8 および自動捕捉制御部 2 0 9 を有する。図 5 では、送信系は V 偏波、受信系は H 偏波がそれぞれ正対方向の例を示す。なお、正対方向の偏波は、電波の進行方向に対する偏波であり、本実施形態では、可搬局装置 1 0 1 から通信衛星 1 0 3 に送信される電波は V 偏波が正対方向であり、通信衛星 1 0 3 から可搬局装置 1 0 1 に送信される電波は H 偏波が正対方向である。

【 0 0 2 6 】

A N T 2 0 0 は、例えばパラボラ等のアンテナであり、アンテナ駆動部 2 0 8 の制御により方向調整を行うためのアンテナ駆動機構を有し、通信衛星 1 0 3 との間で無線電波の送信および受信を行う。なお、A N T は A N T e n n a の略である。

10

【 0 0 2 7 】

O M T ( V / H ) 2 0 1 は、V 偏波の信号と H 偏波の信号とを分離する偏分波器であり、送信および受信の双方向に機能する。例えば、A N T 2 0 0 が受信する信号は、T X / R X 2 0 2 および L N B - V 2 0 4 に出力され、T X / R X 2 0 2 から送信される信号は、A N T 2 0 0 に出力される。なお、O M T は、Ortho Mode Transducer の略である。

【 0 0 2 8 】

T X / R X 2 0 2 は、送信信号と受信信号とを分離する送受分波器である。

【 0 0 2 9 】

B U C 2 0 3 は、例えば M O D E M 2 0 7 が出力する 1 . 2 G H z 帯信号を 1 4 G H z 帯に周波数変換する機能と、大電力増幅機能が一体となった送信機である。なお、B U C は Block Up Converter の略である。

20

【 0 0 3 0 】

L N B - V 2 0 4 は、A N T 2 0 0 で受信した V 偏波の 1 2 G H z 帯信号を低雑音で増幅し、さらに例えば 1 . 2 G H z 帯に周波数変換する機能が一体となった低雑音増幅器である。なお、L N B は Low Noise Block converter の略である。

【 0 0 3 1 】

L N B - H 2 0 5 は、A N T 2 0 0 で受信した H 偏波の 1 2 G H z 帯信号を低雑音で増幅し、さらに例えば 1 . 2 G H z 帯に周波数変換する機能が一体となった低雑音増幅器である。

30

【 0 0 3 2 】

D I V 2 0 6 は、入力する信号を 2 つに分配して出力する分配器である。なお、D I V は D I V i d e r の略である。

【 0 0 3 3 】

M O D E M 2 0 7 は、変復調装置であり、例えば 3 8 4 k b i t / s の通信速度でデータ信号を変調して送信し、1 . 5 M b i t / s の通信速度の変調信号を受信してデータ信号に復調する。なお、M O D E M は、M O d u l a t o r - D E M o d u l a t o r の略である。

【 0 0 3 4 】

アンテナ駆動部 2 0 8 は、自動捕捉制御部 2 0 9 の指令に基づいて A N T 2 0 0 のアンテナ駆動機構を動作させ、方位角、仰角および偏波角の 3 方向を調整する。なお、方位角はアンテナを中心として真北から東まわりの角度 ( 経度に対応 )、仰角は水平面から上方への角度、偏波角は水平面と到来する電波の偏波面との角度である。

40

【 0 0 3 5 】

自動捕捉制御部 2 0 9 は、制御部 3 0 1 により予め格納されたプログラムを実行するコンピュータ機能を有し、通信衛星 1 0 3 の自動捕捉や運用時の調整確認など実行する。例えば、自動捕捉制御部 2 0 9 は、可搬局装置 1 0 1 の B U C 2 0 3 の送信レベルの制御、M O D E M 2 0 7 の変復調処理の制御、アンテナ駆動部 2 0 8 の制御などを行う。

【 0 0 3 6 】

図 5 において、自動捕捉制御部 2 0 9 は、制御部 3 0 1、方位センサ 3 0 2、位置セン

50

サ 3 0 3、MON - H 3 0 4、MON - V 3 0 5 および衛星 DB 3 0 6 を有する。

【 0 0 3 7 】

制御部 3 0 1 は、予め内部に記憶されたプログラムに基づいて動作し、方位センサ 3 0 2、位置センサ 3 0 3、MON - H 3 0 4、MON - V 3 0 5 および衛星 DB 3 0 6 の各部と連携して、アンテナ駆動部 2 0 8 によるアンテナ方向の調整や U A T を実施する。また、制御部 3 0 1 は、B U C 2 0 3 の送信レベルの調整や、MODEM 2 0 7 の制御 ( C W の送信や変復調方式の指定など ) などを行う。

【 0 0 3 8 】

方位センサ 3 0 2 は、ANT 2 0 0 の方位角を計測するセンサである。例えば、方位センサ 3 0 2 は、方位磁針などから得られる情報に基づいて、アンテナ駆動部 2 0 8 から得られる現在の ANT 2 0 0 の方位角を計測する。ここで、方位角は、経度に対応する。

10

【 0 0 3 9 】

位置センサ 3 0 3 は、可搬局装置 1 0 1 の設置場所 ( 緯度経度 ) を計測するセンサである。例えば GPS ( Global Positioning System ) などが利用される。

【 0 0 4 0 】

MON - H 3 0 4 は、受信レベルと周波数を測定可能な測定器 ( 例えばスペクトラムアナライザなど ) で構成され、DIV 2 0 6 から出力される H 偏波の信号の受信レベルと周波数を測定する。

【 0 0 4 1 】

MON - V 3 0 5 は、MON - H 3 0 4 と同様に、受信レベルと周波数を測定可能な測定器 ( 例えばスペクトラムアナライザなど ) で構成され、LNB - V 2 0 4 から出力される V 偏波の信号の受信レベルと周波数を測定する。ここで、MON - H 3 0 4 および MON - V 3 0 5 は、測定部に対応する。

20

【 0 0 4 2 】

衛星 DB 3 0 6 は、ハードディスクやメモリなどの記憶媒体で構成されるデータベースである ( 記憶部に対応 ) 。例えば、通信衛星 1 0 3 を含む複数の通信衛星の衛星情報として、図 4 で説明した衛星情報テーブル 1 5 1 を有し、各衛星の位置情報 ( 東経など ) やビーコン信号の情報 ( 偏波、周波数など ) などが記憶されている。

【 0 0 4 3 】

図 5 においてアンテナ方向の調整を行う場合、制御部 3 0 1 は、MON - H 3 0 4 でモニタする H 偏波の周波数と MON - V 3 0 5 でモニタする V 偏波の周波数とを測定し、衛星 DB 3 0 6 を参照して、計算により求めた東経 X 度を基準方向として粗調整し、粗調整した基準方向で受信するビーコン信号が目的の通信衛星のビーコン信号であるか否かを確認する。例えば先に説明した図 4 の場合、基準方向において、MON - H 3 0 4 でモニタする H 偏波の周波数が A H z、MON - V 3 0 5 でモニタする V 偏波の周波数が B H z であれば、粗調整した基準方向が目的の通信衛星 1 0 3 の方向になっていると判断できる。もし、基準方向にて MON - H 3 0 4 でモニタする H 偏波の周波数が C H z、MON - V 3 0 5 でモニタする V 偏波の周波数が A H z の場合は、図 4 の衛星 DB 3 0 6 から東経 X + 4 度の方向の別の通信衛星のビーコン信号を受信していることがわかるので、アンテナ駆動部 2 0 8 でアンテナ方向を - 4 度だけ動かして新たな基準方向とすることにより、目的の通信衛星 1 0 3 の方向に粗調整することができる。そして、本実施形態では、制御部 3 0 1 は、粗調整された基準方向における受信レベルが最大になるように、ANT 2 0 0 の方位角、仰角および偏波角の 3 方向を微調整する。

30

40

【 0 0 4 4 】

このようにして、本実施形態に係る可搬局装置 1 0 1 は、ビーコン信号のみでアンテナの方向を調整して、目的の通信衛星 1 0 3 を自動的に捕捉することができる。

【 0 0 4 5 】

図 6 は、可搬局装置 1 0 2 ( 子局装置 ) の構成例を示す。子局装置の可搬局装置 1 0 2 は、アンテナ ( ANT ) 4 0 0、偏分波器 ( OMT ( V / H ) ) 4 0 1、送信機 ( BUC ) 4 0 2、低雑音増幅器 ( LNB - H ) 4 0 3、変復調装置 ( MODEM ) 4 0 4、アン

50

テナ駆動部 405 および自動捕捉制御部 406 を有する。図 6 では、送信系は V 偏波、受信系は H 偏波が正対方向の例を示す。

【 0046 】

なお、可搬局装置 102 は、通常の可搬局装置 801 と同様の構成であり、基地局装置 802 との間で制御信号の通信を行って同期を確立し、通信信号の送受信を行うが、広域災害時などで基地局装置 802 が機能しない場合、基地局装置 802 の代わりに親局装置として動作する他の可搬局装置（本実施形態では、可搬局装置 101）との間で制御信号の通信を行って同期を確立し、通信信号の送受信を行うことができる。

【 0047 】

図 6 において、ANT 400、OMT (V/H) 401、BUC 402、LNB - H 403、MODEM 404 およびアンテナ駆動部 405 は、図 5 で説明した ANT 200、OMT (V/H) 201、BUC 203、LNB - H 205、MODEM 207 およびアンテナ駆動部 208 と同様の機能を有する。自動捕捉制御部 406 は、制御部 501、方位センサ 502 および位置センサ 503 を有する。なお、方位センサ 502 および位置センサ 503 は、図 5 で説明した自動捕捉制御部 209 の方位センサ 302 および位置センサ 303 と同様の機能を有する。

10

【 0048 】

制御部 501 は、位置センサ 503 から取得する ANT 400 の設置場所（緯度経度）と、方位センサ 502 から取得する ANT 400 の現在の方向（経度）とに基づいて、ANT 400 の方向が衛星 DB 306 に記憶されている目的の通信衛星（通信衛星 103）の方向になるように、調整すべき ANT 400 の方位角、仰角および偏波角の 3 方向を計算し、アンテナ駆動部 405 により ANT 400 の方向を調整する。その後、制御部 501 は、MODEM 404 を介して、親局装置の可搬局装置 101 から制御信号（CSCO 信号）を受信し、同期を確立する。

20

【 0049 】

このようにして、子局装置の可搬局装置 102 は、アンテナ方向の調整および親局装置の可搬局装置 101 との間での同期を確立し、可搬局装置 101 または他の可搬局装置との間で通信を行うことができる。

【 0050 】

次に、本実施形態に係る衛星通信システム 100 におけるアンテナ方向の調整処理について説明する。

30

【 0051 】

[ アンテナ方向の粗調整処理 ]

図 7 は、アンテナ方向の粗調整処理の一例を示す。なお、図 7 の処理は、図 5 に示した可搬局装置 101 の自動捕捉制御部 209 の制御部 301 に予め記憶されたプログラムにより実行される。

【 0052 】

ステップ S 101 において、可搬局装置 101 の使用者は、装置の電源を投入し、アンテナ方向の調整を開始する。具体的には、使用者は、電源投入後、図 5 の自動捕捉制御部 209 の操作インターフェース（操作ボタンや操作パネルなど（不図示））により、制御部 301 にアンテナ方向の調整開始を指示し、制御部 301 は、アンテナ方向を調整して目的の通信衛星 103 を捕捉する処理を開始する。

40

【 0053 】

ステップ S 102 において、制御部 301 は、設置場所の緯度経度を取得する。具体的には、図 5 の自動捕捉制御部 209 において、制御部 301 は、位置センサ 303 により、自装置の設置場所の緯度経度を計測する。

【 0054 】

ステップ S 103 において、制御部 301 は、目的の通信衛星 103 の経度と設置場所の緯度経度から方位角、仰角および偏波角を算出する。ここで、方位角は AZ (AZimuth)、仰角は EL (ELevation)、偏波角は POL (POLarization) と称する。具体的に

50

は、制御部 301 は、衛星 DB 306 から取得した目的の通信衛星 103 の東経と、ステップ S 102 で計測した自装置の緯度経度とに基づいて、可搬局装置 101 の設置場所における目的の通信衛星 103 の方向 (AZ、EL および POL) を算出する。

【0055】

ステップ S 104 において、制御部 301 は、ステップ S 103 で算出した AZ、EL および POL により、アンテナ方向の粗調整を行う。具体的には、制御部 301 は、アンテナ駆動部 208 により、ANT 200 の AZ 方向、EL 方向および POL 方向の 3 つの方向がそれぞれステップ S 103 で算出した AZ、EL および POL になるように制御する。なお、アンテナ駆動部 208 は、例えば AZ、EL および POL の 3 方向を独立して調整可能な 3 軸の駆動装置を有する。

10

【0056】

ステップ S 105 において、制御部 301 は、正対方向の H 偏波のビーコン信号の周波数 (BCN 周波数と称する) を測定する。具体的には、制御部 301 は、ANT 200、OMT 201、LNB - H 205 および DIV 206 を介して受信する H 偏波の BCN 信号の周波数を MON - H 304 で計測する。

【0057】

ステップ S 106 において、制御部 301 は、逆方向の V 偏波の BCN 周波数を測定する。具体的には、制御部 301 は、ANT 200、OMT 201、TX/RX 202 および LNB - V 204 を介して受信する V 偏波の BCN 信号の周波数を MON - V 305 で計測する。

20

【0058】

ステップ S 107 において、制御部 301 は、ステップ S 105 およびステップ S 106 で測定した H 偏波および V 偏波の BCN 周波数の両方が正しいか否かを判定し、正しくない場合はステップ S 101 の処理に戻って同様の処理を実行し、正しい場合は後述する微調整処理を行う (図 8 の (A) の処理に移行)。具体的には、制御部 301 は、測定した H 偏波および V 偏波の BCN 周波数が、図 4 で説明した衛星 DB 306 の衛星情報テーブル 151 に記載されている目的の通信衛星 103 の H 偏波の周波数と V 偏波の周波数に合致しているか否かを判定する。

【0059】

このようにして、本実施形態に係る衛星通信システム 100 は、目的の通信衛星 103 の方向にアンテナの方向を粗調整することができる。

30

【0060】

[ アンテナ方向の微調整処理 ]

図 8 は、アンテナ方向の微調整処理の一例を示す。なお、図 8 の処理は、図 5 に示した可搬局装置 101 の自動捕捉制御部 209 の制御部 301 に予め記憶されたプログラムにより実行される。ここで、図 8 に示す (A) および (B) は、図 7 に示す同名の (A) および (B) にそれぞれ接続され、例えば図 7 のステップ S 107 の処理で YES の判定の場合に図 8 のステップ S 108 の処理に移行する。同様に、図 8 のステップ S 113 の処理で NO の判定の場合に図 7 のステップ S 101 の処理に移行する。

【0061】

ステップ S 108 において、制御部 301 は、図 7 の処理で粗調整したアンテナ方向を図 3 および図 4 で説明した X 度 (基準方向) とし、カウンタ  $i$  を  $i = 0$  に初期設定する。

40

【0062】

ステップ S 109 において、制御部 301 は、AZ 方向を  $(X - 8 + 2i)$  度に初期設定する。具体的には、例えば  $i = 0$  のとき、図 4 の衛星情報テーブル 151 において、AZ 方向が東経  $(X - 8)$  度に設定され、カウンタ  $i$  が 1 つずつカウントアップされる毎に 2 度ずつ増加し、東経  $(X - 6)$  度、東経  $(X - 4)$  度、東経  $(X - 2)$  度、東経  $(X)$  度、東経  $(X + 2)$  度、東経  $(X + 4)$  度、東経  $(X + 6)$  度、東経  $(X + 8)$  度のようになり、アンテナの AZ 方向が変化する。

【0063】

50

ステップ S 1 1 0 において、制御部 3 0 1 は、正対方向または逆方向に対応する H 偏波または V 偏波の B C N 周波数をそれぞれ測定する。具体的には、制御部 3 0 1 は、図 7 のステップ S 1 0 5 と同様に、H 偏波の B C N 信号の周波数を MON - H 3 0 4 で計測するとともに、図 7 のステップ S 1 0 6 と同様に、V 偏波の B C N 周波数を MON - V 3 0 5 で測定する。なお、制御部 3 0 1 は、カウンタ  $i$  毎（東経毎）に測定を行い、各測定結果を東経毎に保存する。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 1 1 において、制御部 3 0 1 は、カウンタ  $i$  が 8 以上 ( $i \geq 8$ ) であるか否かを判定し、 $i \geq 8$  の場合はステップ S 1 1 3 の処理に進み、 $i < 8$  の場合はステップ S 1 1 2 の処理に進む。ここで、本実施形態では、図 4 に示した衛星情報テーブル 1 5 1 の東経 ( $X - 8$ ) 度から東経 ( $X + 8$ ) 度までの範囲を対象とする例について説明しているが、例えば、東経 ( $X - 1 0$ ) 度から東経 ( $X + 1 0$ ) 度までの範囲、或いは東経 ( $X - 6$ ) 度から東経 ( $X + 6$ ) 度までの範囲であってもよい。また、2 度ずつ増減しなくてもよいし、+ 方向と - 方向の角度範囲が非対称であってもよい。

10

【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 1 2 において、制御部 3 0 1 は、カウンタ  $i$  を 1 つインクリメントして ( $i = i + 1$ )、ステップ S 1 0 9 の処理に戻る。これにより、ステップ S 1 0 9 では、アンテナ方向が東経の 2 度だけ増加した方向に設定される。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 1 3 において、制御部 3 0 1 は、ステップ S 1 1 0 で保存した東経毎の H 偏波の B C N 周波数および V 偏波の B C N 周波数の測定結果が正しいか否かを判定する。具体的には、制御部 3 0 1 は、目的の通信衛星 1 0 3 を含む周辺の軌道の他の複数の通信衛星 1 1 3 の軌道とそれぞれの V 偏波および H 偏波のビーコン信号の周波数との測定と、衛星情報テーブル 1 5 1 の情報とを比較して、目的の通信衛星 1 0 3 と周辺の通信衛星 1 1 3 との相対位置が正しいか否かを判定する。そして、制御部 3 0 1 は、判定が正しい場合は基準方向が目的の通信衛星 1 0 3 の方向なのでステップ S 1 1 4 の処理に進み、判定が正しくない場合は基準方向が目的の通信衛星 1 0 3 の方向ではないので図 8 の ( B ) に対応する図 7 の ( B ) に移行し、粗調整処理のステップ S 1 0 1 に戻る。そして、粗調整処理が再び実行される。

20

【 0 0 6 7 】

ステップ S 1 1 4 において、制御部 3 0 1 は、A Z 方向を基準方向の東経  $X$  度に合わせて、A Z 方向、E L 方向および P O L 方向を微調整する。具体的には、制御部 3 0 1 は、H 偏波の B C N 信号の受信レベルを MON - H 3 0 4 で計測するとともに、V 偏波の B C N 信号の受信レベルを MON - V 3 0 5 で測定しながら、受信レベルがピーク（最大）となるように、アンテナ駆動部 2 0 8 を制御して、A N T 2 0 0 の A Z 方向、E L 方向および P O L 方向の各方向を少しずつ前後に動かして微調整する。

30

【 0 0 6 8 】

ステップ S 1 1 5 において、制御部 3 0 1 は、アンテナ方向の調整を完了する。

【 0 0 6 9 】

このようにして、本実施形態に係る衛星通信システム 1 0 0 は、アンテナ方向の粗調整後に微調整を行うことにより、目的の通信衛星 1 0 3 の方向にアンテナを向けることができる。特に、本実施形態に係る衛星通信システム 1 0 0 は、目的の通信衛星 1 0 3 を周辺の他の通信衛星との相対位置が正しいか否かを判定するので、B C N 周波数が重複する他の通信衛星がある場合でも、ビーコン信号のみで目的の通信衛星 1 0 3 を捕捉して、当該通信衛星 1 0 3 の方向にアンテナの方向を調整することができる。

40

【 0 0 7 0 】

ここで、図 7 および図 8 で説明した処理に対応するプログラムをコンピュータで実行するようにしてもよい。また、プログラムは、記憶媒体に記録して提供されてもよいし、ネットワークを通して提供されてもよい。

【 0 0 7 1 】

50

以上、実施形態で説明したように、本発明に係る衛星通信システムにおけるアンテナ方向調整方法、可搬局装置およびアンテナ方向調整プログラムは、ビーコン信号を基にしたアンテナ方向の調整において、広域大規模災害などにより基地局装置の制御信号が利用できない場合でも、ビーコン信号のみで正確にアンテナ方向を調整することができる。

【0072】

なお、本発明の一実施形態について詳述したが本発明はこれに限定されるものではない。例えば、上記実施形態において複数の可搬局装置は通信衛星を介して通信を行う形態としたが、通信を介する形態としては利用形態に応じて通信衛星以外にラジコンヘリコプター（ドローン）や成層圏プラットフォームにおける無人航空機としてもよい。

【符号の説明】

【0073】

100・・・衛星通信システム；101・・・可搬局装置（親局装置）；102・・・可搬局装置（子局装置）；103・・・通信衛星；151・・・衛星情報テーブル；200，400・・・ANT；201，401・・・OMT；202・・・TX/RX；203，402・・・BUC；204・・・LNB-V；205，403・・・LNB-H；206・・・DIV；207，404・・・MODEM；208，405・・・アンテナ駆動部；209，406・・・自動捕捉制御部；301，501・・・制御部；302，502・・・方位センサ；303，503・・・位置センサ；304・・・MON-H；305・・・MON-V；306・・・衛星DB；800・・・衛星通信システム；801・・・可搬局装置；802・・・基地局装置；803・・・通信衛星

10

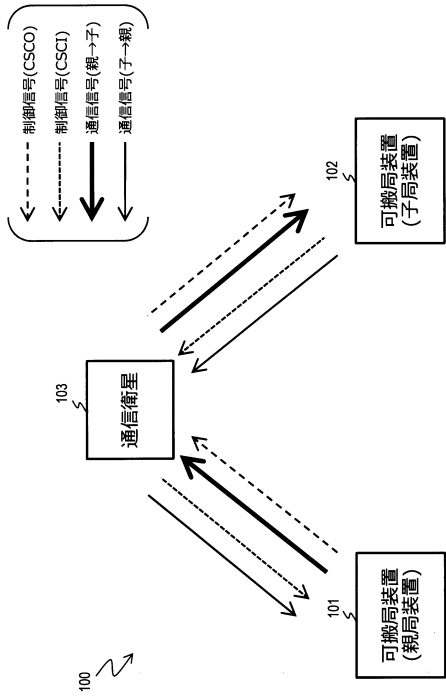
20

30

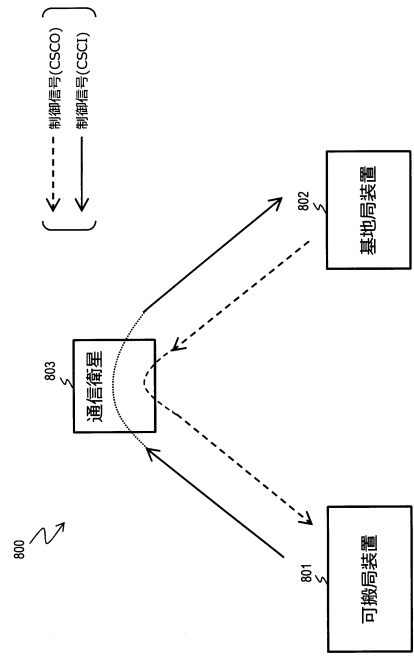
40

50

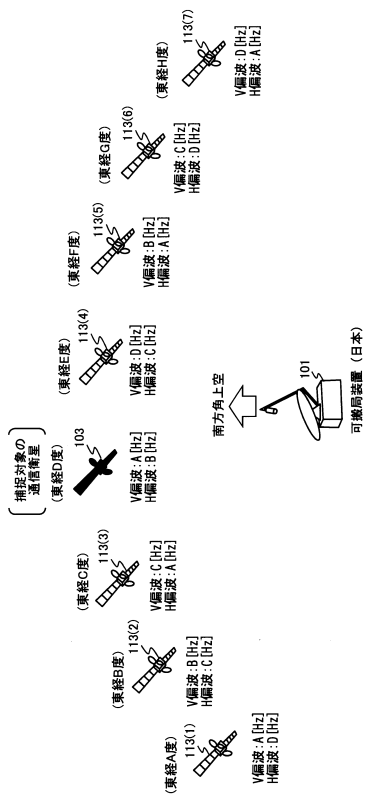
【図面】  
【図 1】



【図 2】



【図 3】

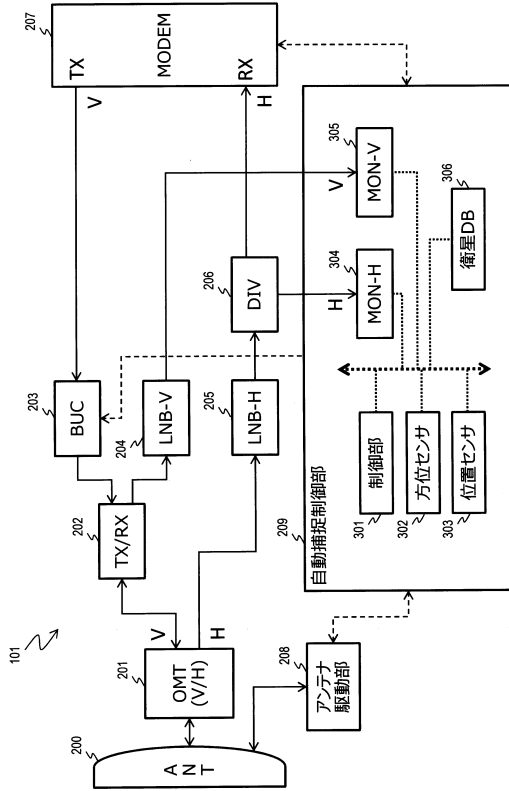


【図 4】

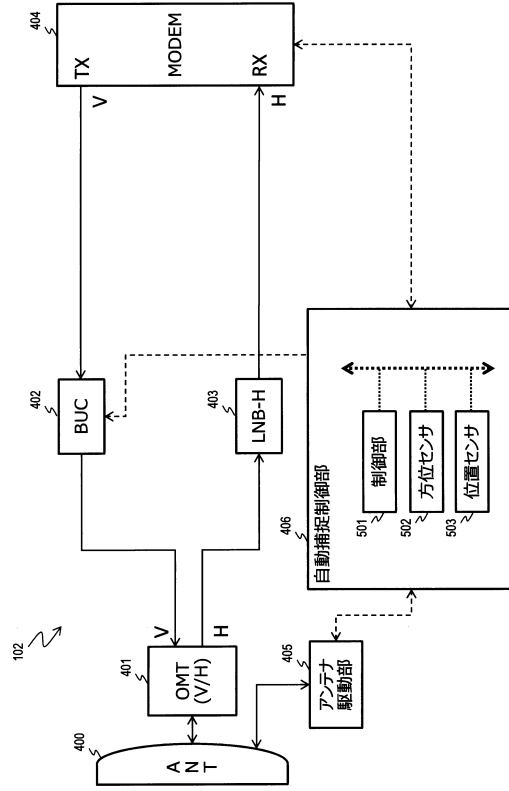
(衛星情報テーブル151)

東経(度)	X-8	X-6	X-4	X-2	X	X+2	X+4	X+6	X+8
偏波(Hz)	D	B	-	-	A	-	C	-	A
H偏波	D	B	-	-	A	-	C	-	A
V偏波	D	C	-	-	B	-	A	-	D

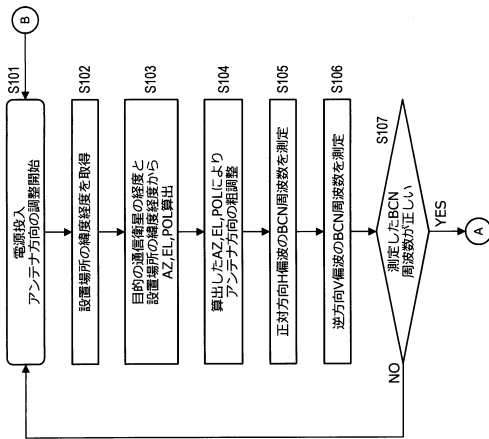
【図 5】



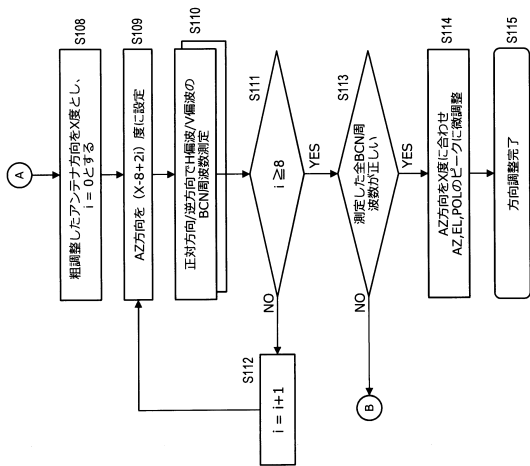
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 前田 典之

- (56)参考文献 特許第5592983(JP, B1)  
特開2012-175217(JP, A)  
米国特許出願公開第2002/0050953(US, A1)  
米国特許第06724737(US, B1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H04B 7/155